

## 고정식 태양광 전지판 설치 시 최적 각도 설계

2003008144 이동훈  
2003008304 조흥희

} 태양권

# 목 차

1. Problem statement
2. Data and information
3. Design Variables
4. Identification of a criterion to be optimized
5. Identification of constraints
6. Solution

## Step 1. Problem statement

- 주택 옥상에 태양광 발전을 위하여 고정식 태양광 전지판을 설치하고자 한다.
- 연중 태양의 남중고도와 방위각의 변화를 고려하여 최대 광량을 받을 수 있는 전지판의 설치 각도를 결정한다.
- 옥상의 동쪽에는 아파트가 있어 일출 후 태양의 방위각이  $30^\circ$ 가 될 때까지 태양광을 받지 못한다.
- 각 월별 태양의 고도 및 방위각 변화율은 일정하다.

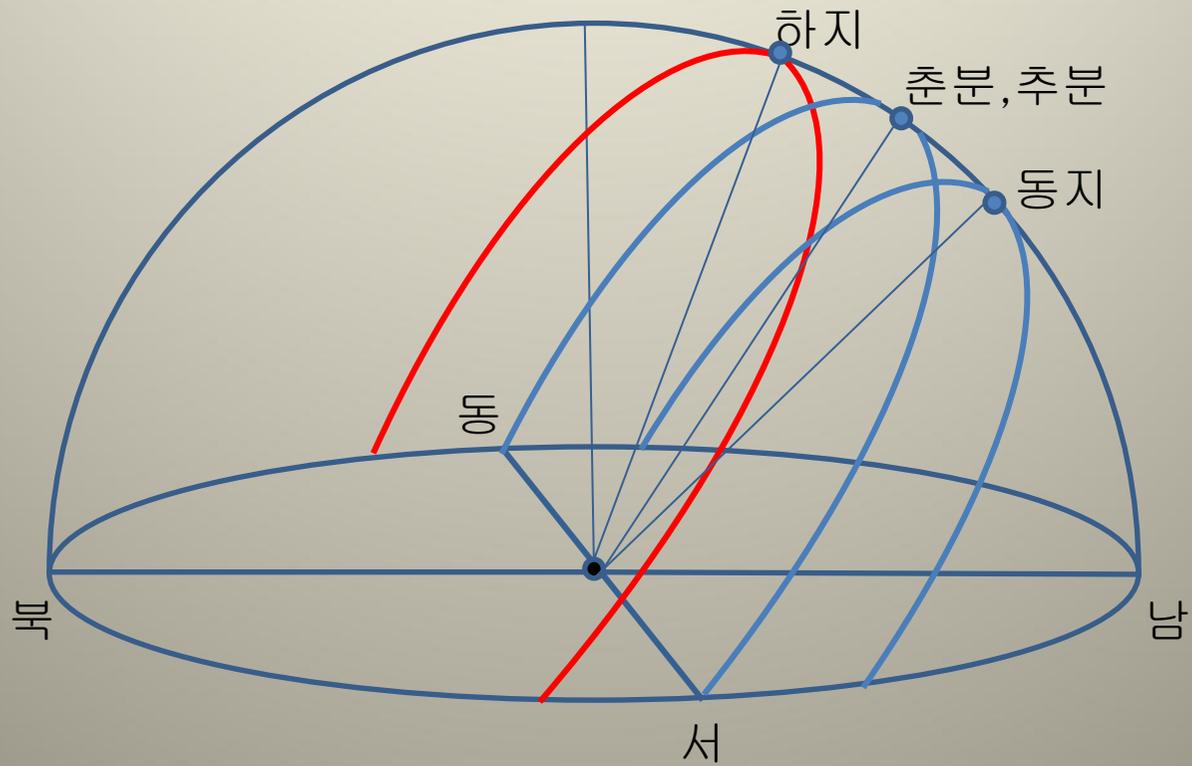
## Step 1. Problem statement

~~구름과 눈, 비에 의한 영향은 무시한다.~~  
구름과 눈, 비에 의한 영향을 고려한다.

~~단위면적 당 광량은 1이라 놓는다.~~  
계절별 날씨의 영향이 고려된 광량을 사용

~~계절의 변화에 따른 일출, 일몰시 방위각 변화는 무시한다.~~  
계절의 변화에 따른 일출, 일몰시 방위각 변화를 고려

## Step 2. Data and information



## Step 2. Data and information

	일출 시간	일몰 시간	낮의길이 (s)	평균 남중고도	평균 일출 방위각	평균 일몰 방위각	30도 이동 시간	30도 에서 고도
1월	7:44	17:38	35640	32	117.5	243	710	1.27
2월	7:22	18:09	38820	39.5	106	252.5	3710	7.55
3월	6:42	18:39	43020	50.5	89.5	266	7434	17.45
4월	5:58	19:07	47340	61	77.5	281.5	9863	25.42
5월	5:23	19:34	51060	69.5	66	293	12146	33.07
6월	5:11	19:53	52920	74	58	300	13558	37.92
7월	5:23	19:51	52080	72	63	298	12632	34.93
8월	5:47	19:23	48960	65	73	288.5	10678	28.35
9월	6:13	18:40	44820	54.5	85.5	272	8291	20.16
10월	6:40	17:55	40500	44	100	257.5	5143	11.17
11월	7:11	17:22	36660	34.5	112	245.5	2197	4.13
12월	7:38	17:16	34680	30	119	238.5	290	0.5

자료 출처 : 한국천문연구원  
<http://www.kasi.re.kr>

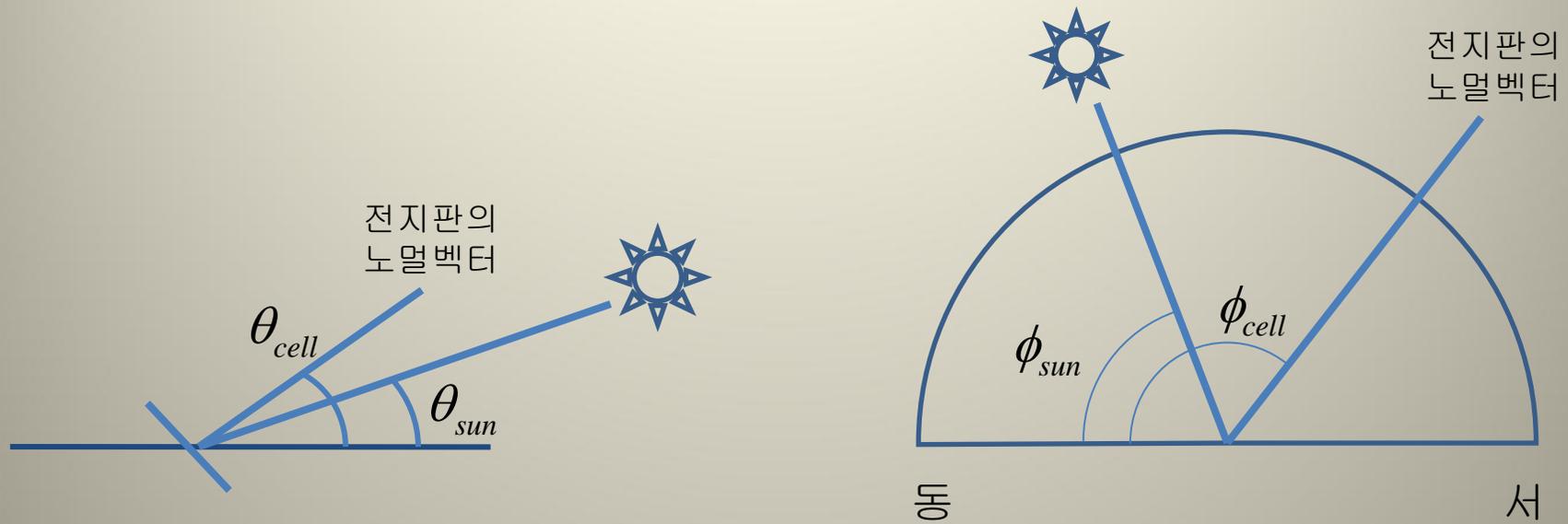
## Step 2. Data and information

지역 \ 월	월별 지역별 일사량 ( MJ / m <sup>2</sup> day )											
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
서울	7.04	9.58	12.37	15.19	16.49	15.53	12.11	12.43	12.16	10.33	7.08	5.88
인천	6.6	9.18	11.83	14.32	15.76	15.7	13.26	13.66	12.92	10.64	7.26	6.08
수원	7.57	10	12.46	15.02	16.22	15.47	12.82	13.17	12.98	11.12	7.82	6.66
강화	16.09	20.8	28.44	33.15	39.91	39.28	33.22	32.01	30.73	25.23	16.81	13.27
양평	13.58	17.84	22.57	26.8	27.63	28.74	24.63	24.86	24.69	19.11	13.65	11.57
이천	15.91	21.34	28.33	31.25	37.91	33.44	26.68	26.56	30.72	23.47	16.68	14.2
철원	7.28	10.13	12.55	16.69	18.16	16.32	13.06	16.28	13.09	12.43	8.34	6.89
춘천	6.95	9.55	12.47	15.35	16.97	16.81	14.69	14.64	13.11	10.39	7.06	5.83
강릉	7.38	9.39	11.27	14.47	16.17	14.23	12.87	12.05	11.1	9.49	7.22	6.55
대관령	8.16	10.39	12.28	15.47	16.97	15.21	12.95	11.93	11.29	10.2	7.58	7.1

※ 평년값(30년 평균)

자료 출처 : 기상청  
<http://www.kma.go.kr>

## Step 3. Design Variables



$\Theta$  : 전지판의 노멀벡터의 고도각(°)

$\Phi$  : 전지판의 노멀벡터의 방위각(°)

## Step 4. Identification of a criterion to be optimized

$$f = \sum_{i=1}^{12} (S_i \times D_i) \left( \int_{\theta_{i,120}}^{\theta_{i,\max}} \int_{120}^{180} |\cos(\phi_{cell} - \phi_{sun})| \times |\cos(\Delta\theta)| d\phi_{sun} d\theta_{sun} \right. \\ \left. + \int_0^{\theta_{i,\max}} \int_{180}^{\phi_{i,\max}} |\cos(\phi_{cell} - \phi_{sun})| \times |\cos(\Delta\theta)| d\phi_{sun} d\theta_{sun} \right)$$

$$\text{if } |\phi_{cell} - \phi_{sun}| \leq 90^\circ$$

$$\rightarrow \Delta\theta = \theta_{cell} - \theta_{sun}$$

$$\text{if } |\phi_{cell} - \phi_{sun}| \geq 90^\circ \text{ and } 90^\circ - \theta_{cell} \leq \theta_{sun}$$

$$\rightarrow \Delta\theta = 180 - \theta_{cell} - \theta_{sun}$$

$S_i$  : i월의 평균일조량

$D_i$  : i월의 일수

$\theta_{i,\max}$  : i월의 남중고도

$\theta_{i,120}$  : i월의  $\phi$ 가  $120^\circ$ 일 때의 고도

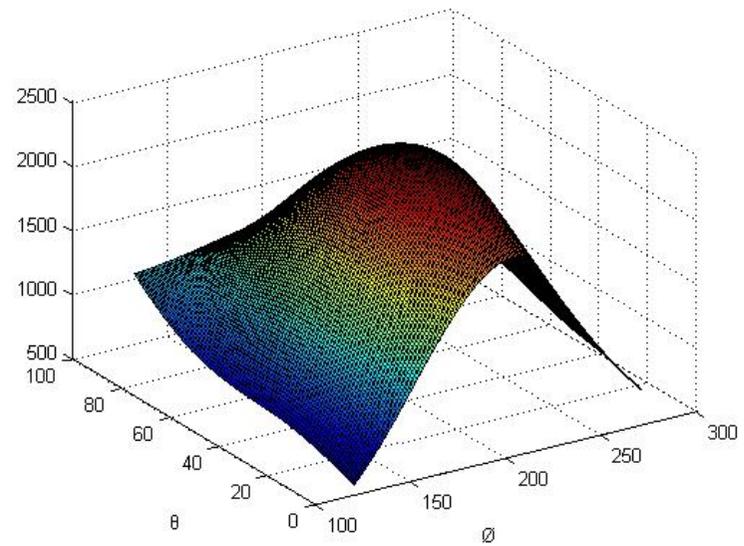
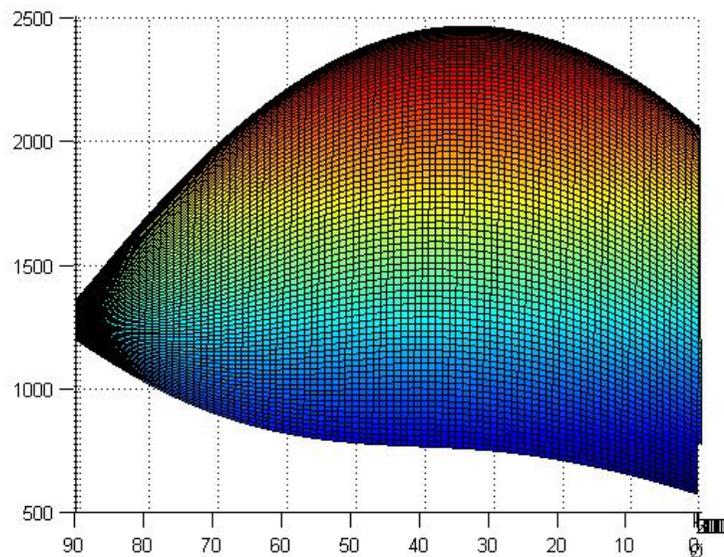
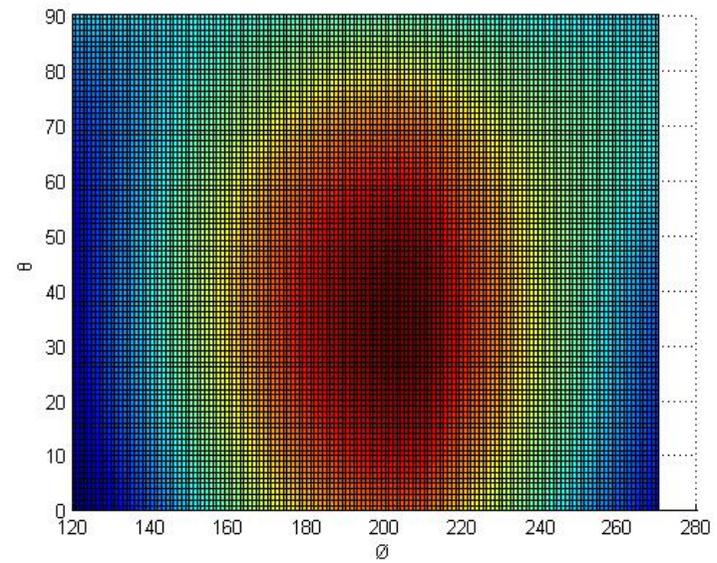
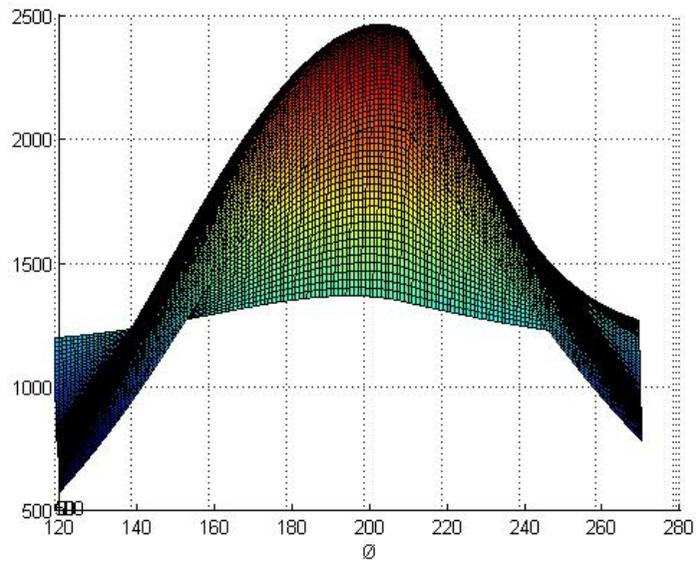
$\phi_{i,\max}$  : i월의 일몰시 방위각

## Step 5. Identification of constraints

$$|\phi_{cell} - \phi_{sun}| > 90^\circ \text{ and } 90^\circ - \theta_{cell} > \theta_{sun}$$

→ 전지판이 받는 광량 = 0

# Graph from Matlab



# Solution from Excel

판의 $\Phi$	202.0202
판의 $\theta$	33.52103

1월		2월		3월	
적분값	99.03657	적분값	140.3357	적분값	230.1764

총 광량 2460.692MJ

1월								
태양 $\Phi$	120	120.01	120.02	120.03	120.04	120.05	120.06	120.07
델타 $\Phi$	82.02015	82.01015	82.00015	81.99015	81.98015	81.97015	81.96015	81.95015
Cos( $\Delta\Phi$ )	0.001388	0.00139	0.001392	0.001393	0.001395	0.001397	0.001399	0.0014
태양 $\Phi$	180.01	180.02	180.03	180.04	180.05	180.06	180.07	180.08
델타 $\Phi$	22.01015	22.00015	21.99015	21.98015	21.97015	21.96015	21.95015	21.94015
Cos( $\Delta\Phi$ )	0.009271	0.009272	0.009272	0.009273	0.009274	0.009274	0.009275	0.009276
태양 $\theta$	1.27	1.275122	1.280243	1.285365	1.290487	1.295608	1.30073	1.305852
델타 $\theta$	32.25103	32.24591	32.24079	32.23566	32.23054	32.22542	32.2203	32.21518
Cos( $\Delta\theta$ )	0.004331	0.004332	0.004332	0.004332	0.004332	0.004333	0.004333	0.004333
태양 $\theta$	31.99492	31.98984	31.98476	31.97968	31.9746	31.96952	31.96444	31.95937
델타 $\theta$	1.526108	1.531188	1.536267	1.541346	1.546426	1.551505	1.556584	1.561664
Cos( $\Delta\theta$ )	0.005078	0.005078	0.005078	0.005078	0.005078	0.005078	0.005077	0.005077

•  
•  
•

# Graph of Iteration

초기값(중간 프로젝트 결과)

판의 $\phi$	195.0029
판의 $\theta$	32.09542

최적해

판의 $\phi$	202.0202
판의 $\theta$	33.52103
총 광량	2460.69MJ/year

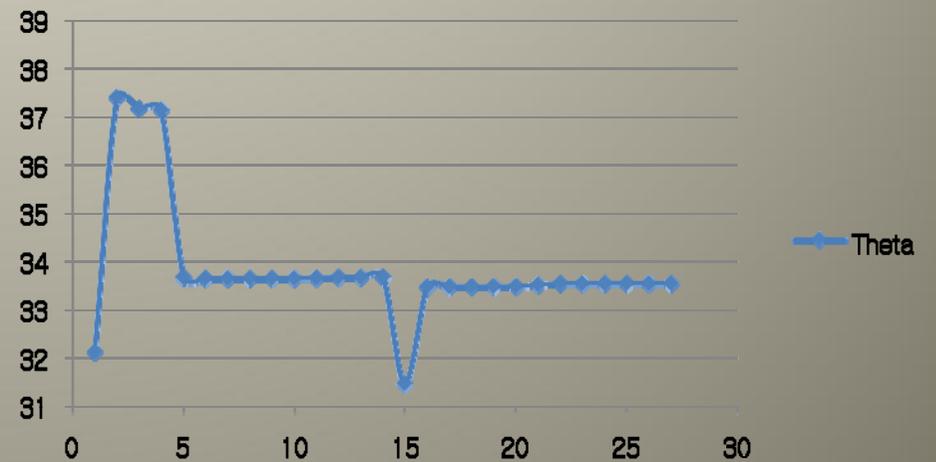
총 광량 (MJ)



전지판의 노멀벡터의 방위각(°)



전지판의 노멀벡터의 고도각(°)



# Effect of new design

기존해

판의 $\phi$	195.00
판의 $\theta$	32.09
총 광량	2429.97 MJ/year

최적해

판의 $\phi$	202.02
판의 $\theta$	33.521
총 광량	2460.69 MJ/year

발전 효율 15%의 태양광 모듈 사용시 m<sup>2</sup>당 연간 발전량

364.4955 MJ/year

369.1035 MJ/year

101.24875 kWh/year

102.52875 kWh/year

100W급 모듈(1m<sup>2</sup>)을 사용하여 정부지원용량의 3kW급으로 설치시  
(총 30장의 모듈 사용)

3037.46 kWh/year

3075.86 kWh/year

차이 : 38.4kWh/year

kWh당 전기료 : 192.5원  
(가정당 평균 사용량 400kWh 기준)

연간 7392원 절감